

HEURÍSTICAS PARA LA CREACIÓN DE MODELOS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Ana Funes, Aristides Dasso

Departamento de Informática
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 - 5700 San Luis, Argentina
afunes@unsl.edu.ar, arisdas@unsl.edu.ar

RESUMEN

A partir de la experiencia ganada en la creación de modelos multicriterio LSP en diversos dominios, todos ellos desarrollados en el marco de una línea de investigación en evaluación y comparación de sistemas complejos, hemos podido detectar que una de las tareas que más tiempo consume en todo el proceso de modelado es aquella de agregar preferencias para obtener una preferencia global. Esto se debe, principalmente, a la necesidad de seleccionar operadores adecuados, que representen lo más fielmente posible los criterios del decisor al agregar dichas preferencias. Es así que ha surgido la necesidad de contar con una herramienta computacional que incorpore un cierto grado de conocimiento, ganado a partir de la experiencia, y que ayude al decisor en la tarea de creación de sus modelos, sirviendo de guía en la conceptualización y posterior evaluación.

Para tal fin, en primer lugar, se deberán identificar las principales heurísticas que guían al decisor en la selección de los operadores usados para la creación de las estructuras de agregación de los modelos LSP así como en la determinación de los pesos asignados a las preferencias agregadas, para luego, poder incorporar todo este conocimiento en una aplicación web que integre todo el proceso de modelado y evaluación.

Palabras clave: métodos de evaluación multicriterio, métricas, LSP, AHP.

CONTEXTO

El presente trabajo de investigación se encuentra enmarcado en una línea de investigación del Proyecto de Ciencia y Técnica PROICO 03-2020 “Ingeniería de Software: Estrategias de Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube”, de la Universidad Nacional de San Luis. (Director: Daniel Riesco. Acreditado con evaluación externa. Financiamiento: Universidad Nacional de San Luis).

En particular, para esta propuesta de investigación, se busca, además, desarrollarla como una tesis en el ámbito del Departamento de Informática de la Universidad Nacional de San Luis.

1. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería de Software, comprende el uso de principios científicos, de ingeniería y de enfoques disciplinados y sistemáticos para la especificación, implementación, operación y mantenimiento de software de alta calidad. Para esto, la Ingeniería de Software adopta un proceso, que abarca una serie de áreas, dentro de las cuales se encuentra la medición de la calidad, no solo del proyecto y del proceso de software sino del producto mismo.

Considerando que la calidad del producto es multidimensional [10][6], existen en la literatura una enorme cantidad de métricas que permiten evaluar cada una de las distintas dimensiones de la calidad de un producto de software [11][7]. Sin embargo, al momento de integrar múltiples atributos en una única medida, por lo general, la mayor parte de las

propuestas apuntan a la aplicación de métodos meramente aditivos, como lo es la ponderación lineal o combinación lineal ponderada (Weighted Linear Combination, WLC), que se basa en la suma ponderada de los atributos.

La WLC tiene un carácter compensatorio, es decir, en el proceso de agregación, el valor bajo de un factor puede ser compensado por otro que ha recibido una puntuación más alta. Además, si bien es un método sencillo, deja de lado la interacción y subordinación entre factores [12]. Por lo tanto, contar con un método cuantitativo, que permita la creación de una función de criterio compleja y que dé solución a estos problemas, resulta una herramienta muy útil a la hora de evaluar o tomar decisiones que involucran múltiples criterios.

El objetivo de la evaluación multicriterio es ayudar en la selección de la “mejor alternativa” que satisfaga los criterios o preferencias del decisor, en un contexto donde existen criterios en competencia y muchas veces en conflicto [18]. En este sentido, LSP [5] ha resultado muy adecuado ya que se trata de un método multicriterio genérico, basado en la Lógica de Preferencia Continua (CPL) [6], para la creación de criterios complejos de evaluación. Se basa en un conjunto de atributos de entrada y permite modelar el carácter compensatorio y/o no compensatorio de los atributos. El mismo ha sido aplicado con éxito en una variedad de dominios [1][2][3][4][9].

En general, y en particular también en el caso de la evaluación de atributos de calidad del software, al realizar una evaluación, se deben considerar las características, atributos y relaciones que sean relevantes para un propósito dado y para una necesidad de información de una categoría de entidad en concreto. Entre las actividades que plantea el método LSP se encuentra el diseño de indicadores, tanto parciales como globales, para obtener el grado de cumplimiento global de las características de alto nivel que se estén evaluando. Básicamente, LSP permite establecer criterios de evaluación,

especificando las propiedades esperadas de un sistema. En este punto, todos los valores de los indicadores elementales pueden agruparse adecuadamente diseñando una Estructura de Agregación (EA) por niveles, que permita obtener una preferencia (valor de indicador global/parcial) de acuerdo a las necesidades y el punto de vista del decisor. El problema principal, en esta actividad, radica en la elección de los operadores adecuados para agregar preferencias, así como en la asignación de pesos a dichas preferencias. No obstante, existe una serie de heurísticas que guían la selección de estos operadores y determinan formas genéricas o patrones de estructuras de agregación, los cuales pretendemos identificar claramente para plasmar en la aplicación web propuesta, que sirva como guía para el decisor.

Por otro lado, un paso casi obligatorio en la evaluación multicriterio es la selección de los pesos que se asignan a cada factor. En el caso de LSP, cada preferencia tiene distintos niveles de importancia y estas diferencias son consideradas al construir la EA por medio de la asignación de pesos a dichas preferencias. A su vez, tal como fundamenta Saaty en [17], “La mente del ser humano no es capaz de considerar todos los factores de un problema y sus efectos al mismo tiempo”, por lo cual, proponemos, además, facilitar la tarea de asignación de pesos, enriqueciendo el método LSP con la integración del método AHP [15][12] en lo que a esta actividad se refiere.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La línea de investigación en la que se enmarca el trabajo presentado, es parte de una investigación sobre la construcción de modelos de evaluación de sistemas complejos y que viene desarrollándose desde hace tiempo en el ámbito del SEG (Software Engineering Group) de la Universidad Nacional de San Luis, donde se han obtenido resultados que han sido plasmados en diversas publicaciones (ver por ejemplo [1][2][3][4][8][9][14]).

Es a partir de la experiencia acumulada en la aplicación del método LSP que ha surgido la necesidad de contar con una herramienta de software que ayude al decisor en la creación de sus modelos. Si bien, al momento, existen diversas aplicaciones que facilitan dicha actividad [8] [13] [14], estas se basan en la creación de la EA desde cero, sin implementar ayudas o guías para la agregación de las preferencias ni la selección de los operadores de agregación. Asimismo, todas ellas dejan librada la asignación de pesos al decisor, realizando un simple chequeo de consistencia en la suma de los pesos asignados. Es por esto que nos hemos propuesto como ejes principales de la presente línea de investigación los siguientes:

- Identificación de patrones genéricos de estructuras de agregación que guíen al decisor en la creación de una EA de preferencias elementales y parciales y en la selección de los operadores CPL involucrados en la misma.

En general, el proceso que sigue el decisor cuando genera la EA consiste en agregar las preferencias elementales en un proceso “bottom-up”, obteniendo una EA que replica mayoritariamente la estructura del AP. Sin embargo, un proceso más sencillo, consiste en categorizar las preferencias en obligatorias, opcionales y deseables para así después agregarlas usando patrones “típicos” para cada caso. En este sentido, un primer soporte que la herramienta debe ofrecerle al decisor es que, una vez que este ya ha creado el Arbol de Preferencias (AP) y ha categorizado las mismas, es brindar el patrón de la EA más adecuada para la situación dada. Por lo tanto, esta primera EA acomodará las preferencias de acuerdo a dicha categorización, conteniendo además operadores CPL típicos en cada nodo de agregación.

Asimismo, considerando que las funciones de agregación son operadores de una lógica continua, el decisor deberá poder refinar los operadores “por defecto” asignados en la estructura genérica, si así

lo desea, de forma coherente con la categorización que se haya realizado de las preferencias. Este proceso semi-automático, pretende reducir de manera considerable el trabajo de creación y puesta a punto de la EA.

- Integración del método AHP en la asignación de los pesos relativos de cada preferencia elemental o parcial de entrada a un operador CPL de agregación.

Para asignar los pesos, se seguirán las 4 etapas del método AHP, pudiendo, en nuestro caso, obviarse la 1^{ra} de las etapas del método (construcción de la estructura jerárquica), dado que la misma se corresponde en forma directa con la creación del AP en el método LSP.

En la 2^{da} etapa, de establecimiento de prioridades, AHP requiere que el decisor evalúe de manera objetiva la importancia de las preferencias. La valoración se realiza mediante la comparación pareada de alternativas, donde se otorgan puntuaciones de 1 a 9, determinando la importancia relativa de una alternativa en relación a otra. En esta etapa se ve la ventaja del método, que evita al decisor tener que asignar todos los pesos de una sola vez.

Luego viene una 3^a etapa de evaluación de consistencia, para verificar que el decisor, al efectuar una gran cantidad de valoraciones de a pares, no haya asignado puntuaciones inconsistentes. Para esta situación, el método AHP cuenta con su índice de consistencia (IC) [16] el cual no debe ser superior al 10%. Finalmente, cuando la asignación devuelve un IC que es válido, se determina el vector de pesos.

- Diseño e implementación de una aplicación web que incorpore los requisitos planteados de los 2 puntos anteriores.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS

El principal objetivo de este trabajo es la identificación e implementación, en una aplicación web, de patrones genéricos de EA en el método de evaluación multicriterio LSP, así como la integración del método AHP para la asignación de pesos a las preferencias de una AE, todo esto con el fin de facilitar la tarea de elaboración de modelos multicriterio de evaluación cuantitativos, que permitan conceptualizar, medir y evaluar el grado de cumplimiento de un determinado atributo y sub-atributos de manera integral.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La línea de investigación sobre construcción de modelos de evaluación de sistemas complejos ha producido dos tesis de posgrado en la Maestría en Ingeniería de Software de la Universidad Nacional de San Luis. Una de ellas sobre evaluación de atributos de calidad de sitios de gobierno electrónico [2][3] y la otra sobre el atributo de calidad Accesibilidad en aplicaciones web [8][9], mientras que una tercera tesis de maestría sobre la evaluación del atributo de calidad Aprendizaje se encuentra en desarrollo [1].

La propuesta aquí expuesta, también, tiene como objetivo ser motivo de tesis. En ese sentido, la identificación de los patrones de EA, la integración de AHP y el desarrollo de la aplicación presentada en este trabajo servirán de base para el desarrollo de una tesis en el ámbito del Departamento de Informática de la Universidad Nacional de San Luis.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. L. Andrada, A. Funes, A. Dasso. Evaluación del Atributo de Calidad del Software ‘Aprendizaje’ empleando un Método Multicriterio. Anales de SIIO 2021 (JAIIO 2021), Bs. As., Argentina.
- [2] M. Castro. “Análisis de las propiedades y atributos propios de sitios de gobierno electrónico”, Tesis de Maestría en Ingeniería de Software, Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis, 2010.
- [3] M. Castro, A. Dasso, A. Funes. “Modelo de Evaluación para Sitios de Gobierno Electrónico”, Simposio de Informática en el Estado (SIE) 2009 – 38 JAIIO, Mar del Plata, Argentina, August 26-28, 2009. pp. 200-214.
- [4] A. Dasso y A. Funes, “Threat and Risk Assessment Using Continuous Logic”, Encyclopedia of Organizational Knowledge, Administration, and Technologies, 1st. edition. IGI Global. 2020
- [5] J.J. Dujmović. “Soft Computing Evaluation Logic. The LSP Decision Method and Its Applications”. © 2018 John Wiley & Sons, Inc
- [6] J.J. Dujmović, Preference Logic for System Evaluation. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 15, No. 6, December 2007.
- [7] Fenton and Pfleeger. Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach, Brooks-Cole Publishing, 1998.
- [8] C. Gallardo, A. Funes, H. Ahumada. “Soporte para la Medición y Evaluación de la Accesibilidad al Contenido en Aplicaciones Web”, Anales de ASSE 2019 (JAIIO 2019), Salta, Argentina. pp. 56-70.
- [9] C. Gallardo, A. Funes. “Un Modelo para la Evaluación de la Calidad de la Accesibilidad al Contenido Web”, CONAIISI 2015, Bs. As., Argentina.
- [10] ISO/IEC 25010. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>.
- [11] S. H. Kan. Metrics and Models for Software Quality Engineering, 2nd edition, Addison-Wesley, 2003.
- [12] Malczewski, J. On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches. Transactions in GIS, 4, 5-22. 2000.
- [13] E. Miranda et al. “NESSy: A new evaluator for software development tool”. 2nd Symposium on Languages, Applications and Technologies. 2013.

- [14] M. Peralta, C. Salgado. “Una Herramienta para la Evaluación de Sistemas”, Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de San Luis. 2004.
- [15] T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York. 1980.
- [16] T. L. Saaty, Decision making for leaders, in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-15, no. 3, pp. 450-452, May-June 1985, doi: 10.1109/TSMC.1985.6313384.
- [17] T. L. Saaty. *What is the Analytic Hierarchy Process?* Springer. 1988.
- [18] H. Voogd. Multicriteria evaluation with mixed qualitative and quantitative data. *Environment and Planning B*, 9, 221-236. 1982.